

飲料市場を支えるローコスト充填システムの開発

Development of the Filling System at Low Cost for the Beverage Market



田中 大輔*¹
Tanaka Daisuke

杉山 茂広*²
Sugiyama Shigehiro

山越 英男*³
Yamakoshi Hideo

水野 資広*⁴
Mizuno Motohiro

原 直史*⁵
Hara Tadashi

製品価格競争の厳しい飲料市場では、製品のローコストプロデュースが大きなニーズとなっている。このニーズに応えるために、三菱重工食品包装機械(株)の飲料充填機械は、コージェネレーションシステムによる省エネ技術に加えて、少量の薬剤での容器・環境殺菌技術や、従来よりも原料の使用量を削減した薄肉ペットボトルへの充填・搬送技術などを導入している。ここで紹介する無菌充填装置、スクリーンレス給びん機構、DLC コーティング装置は、いずれも同ニーズに対応する技術を反映させた単体の機器であり、これらを生産ラインに組み込むことで、高品質のペットボトル飲料のローコストプロデュースが可能となる。

1. はじめに

飲料製品のローコストプロデュースのためには、生産設備のインシヤルコストはもちろんのこと、生産時のランニングコストや原料コストを抑えることも必要である。それらのアプローチとして、少量の薬剤やエネルギーで殺菌する技術の開発、少量の原料で成形された容器(ペットボトル)の加工・搬送技術を継続的に推進している。

2. ペットボトル殺菌技術

2.1 ペットボトル無菌充填システム

ペットボトルは、その軽量・利便性及び安全性から飲料用容器として広く普及している。あらかじめ無菌化したペットボトルに飲料を充填する無菌充填システムは、飲料を常温で充填できるため、熱で品質劣化しやすい果汁や茶などさまざまな飲料を扱える上に、熱に弱い薄肉のペットボトルを使用することができる。これら多くのメリットを有する同システムが、これまで飲料市場でのペットボトルの普及に大きく貢献してきたことは明確である。

三菱重工食品包装機械(株)は、同システムをこれまで国内を中心に約 20 プラント納入しており、高い生産性と低いランニングコストにより飲料メーカーであるお客様から好評をいただいている。同社の無菌充填システムの主な特徴として以下が挙げられる。

*1 技術統括本部名古屋研究所

*2 技術統括本部名古屋研究所 主席研究員

*3 技術統括本部先進技術研究センター 主席研究員 工博

*4 三菱重工食品包装機械(株)技術部充填機械設計グループアセブチーム 主席

*5 三菱重工食品包装機械(株)営業部 部長

(1) コンパクトシステム設計

殺菌・洗浄工程において、従来の大型転送ホイールから、複数の小型転送ホイールに分散したレイアウトとしたこと、及びペットボトルを倒立させた状態で搬送する機構を用いたことで、装置のコンパクト化を実現した。

(2) 低ランニングコスト方式

殺菌工程において、従来の薬剤噴射方式から、薬剤噴霧方式を採用(図1)したことで、殺菌時間を25%削減するとともに、ペットボトル内殺菌に必要な薬剤の使用量を80%削減した。チャンバの無菌状態の持続性を高めたことで、従来比2.5倍の120時間連続運転が可能となった。

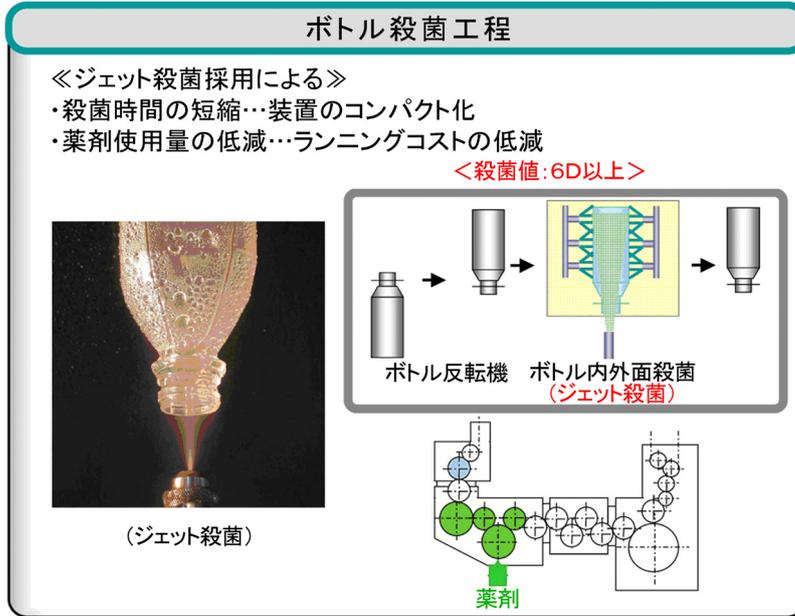


図1 薬剤噴霧方式

(3) 多品種ペットボトル兼用方式

ペットボトルの洗浄工程ではボトルのサイズごとにノズルの挿入量を変える方式ではなく、ボトル内にノズルを挿入することなく、十分に洗浄できる方式(ジャグリング洗浄(図2))を採用し、かつ使用する無菌水の使用量を20%削減した。殺菌薬剤の残留濃度が0.1ppmと規定値の0.5ppmを大幅に下回る性能を得ている。

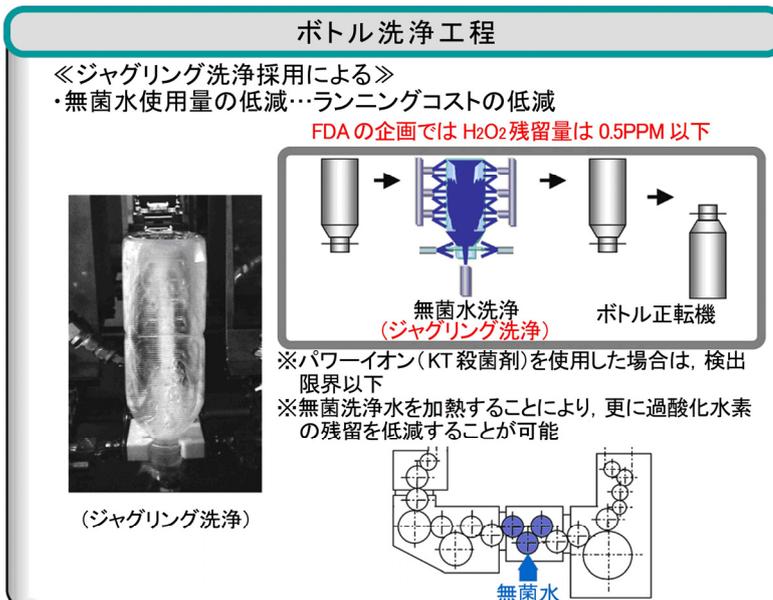


図2 ジャグリング洗浄

2.2 ペットボトル EB 殺菌システム

ペットボトルの殺菌手段として、電子線 (EB:Electron beam) を用いた技術を開発した (図3)。独自の EB 線源固定方式による、薬剤と無菌水が不要のドライなペットボトルの殺菌技術により、低環境負荷、低ランニングコストを実現している。今後は、薬剤殺菌と EB 殺菌を使い分け、お客様のニーズに合わせた提案を行っていく。

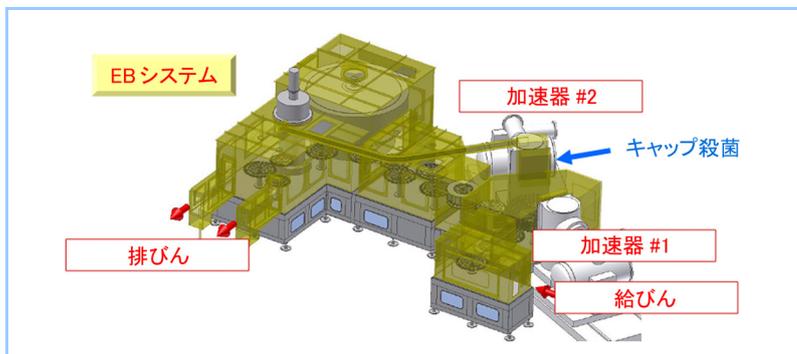


図3 ペットボトル EB 殺菌システム

3. ペットボトル搬送技術(スクリーレス給びん機構)

以前の飲料充填システムでは、充填システムへの入口 (以下、給びん部) には、樹脂製のスクリーを設置していた (図4)。このスクリーの機能は、上流のエアコンベアで運ばれ、すし詰め状態となったペットボトルの姿勢を正し、規定の間隔に分離していくことであるが、以下の課題がある。

- ① ペットボトルのデザインやサイズ (280ml~2L) ごとにスクリーの交換が必要である。
- ② 交換の度に高速搬送に問題ないか調整が必要で、生産性向上の阻害要因の一つとなっている。
- ③ お客様は在庫として、スクリーを幾つも保管しておく必要がある。

開発した給びん部は、ペットボトルの変更の影響を受けないように、様々なペットボトルで共通形状となるネジ部を使って搬送し、従来の樹脂スクリーを無くしたことが特長である。

開発するにあたり、基本構成を決め、構造の成立性についてシミュレーションを使って検証を行った。3D-CAD モデル (図5) を作成し、機構解析ソフトを使って搬送中のペットボトルの挙動を解析した。この結果を元にペットボトルを落とすことなく搬送できる条件範囲を明確にした。



図4 以前の給びん部 (樹脂スクリー)

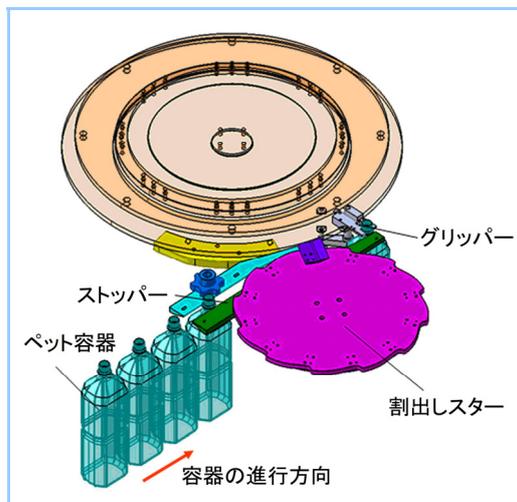


図5 機構解析による容器搬送シミュレーション

またあらかじめ、ペットボトルにかかる荷重と傷付きの状況を要素的に確認しておき (図6)、傷付かない許容接触荷重を設定した。機構解析では搬送中のペットボトルに加わる荷重を確認できるため、上記に基づいて、落とさず、傷も付かない条件を導き、製品化を実現した (図7)。

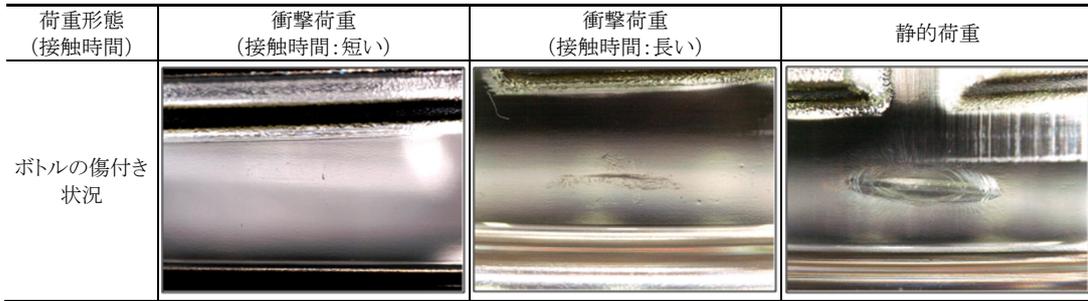


図6 容器にかかる荷重とボトルの傷付き状況

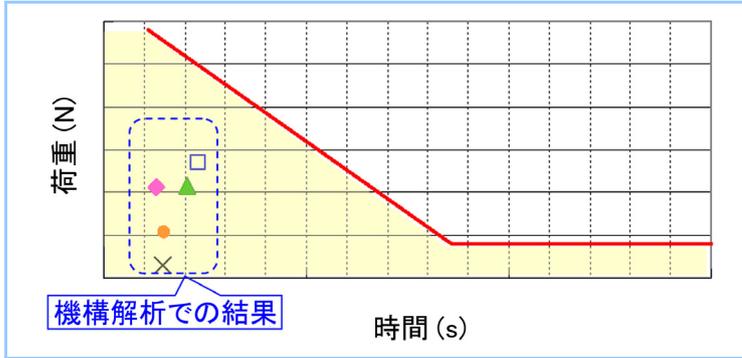


図7 容器に加わる許容荷重

4. ガスバリア性薄膜コーティング技術

飲料・食品容器は利便性、コスト面からペットボトル化が急速に進んでいるが、ペットボトルは缶やガラスびんと比較するとガスバリア性が低く、外部からの酸素混入や内部からの炭酸ガスの損失のため、内容物の品質保持性能が相対的に低いという欠点がある。三菱重工食品包装機械(株)は、キリンビール(株)及び三菱重工業(株)と共同で、有機ガスをプラズマ処理することで、ガスバリア性の高い DLC (Diamond Like Carbon) 薄膜をボトル内面に加工し、高ガスバリア性を付与する技術を開発した。この技術は DLC コーティング装置として製品化しており、300bpm(ボトル処理速度 300 本/分)の高い生産能力を有するため、飲料充填ラインのインライン設備として導入することができる。

DLC の薄膜は、プラズマ CVD (Chemical Vapor Deposition: 化学的気相成膜法) でボトル内面に蒸着され、ガスの遮断性を PET (Polyethylene terephthalate) 本来の 10 倍以上に高めることができる(図8-10)。そのプロセスの特長は、高いイオンエネルギーを用いて緻密な膜を形成することであり、同じようにガスバリア性を高める目的で使用される多層ボトル(PET に異種樹脂材料を積層したもの)やブレンドボトル(PET にガス遮蔽効果のある成分を混ぜ込んだもの)と比較して、高いガスバリア性を示す。

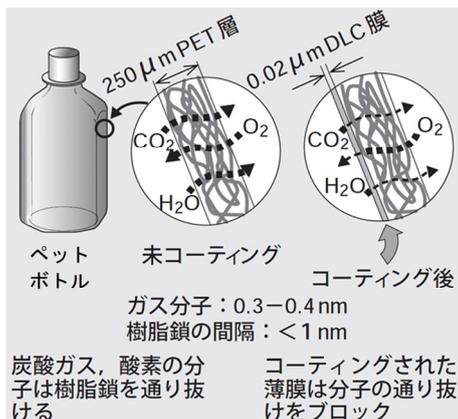


図8 DLC 加工ペットボトルのガスバリアの仕組み

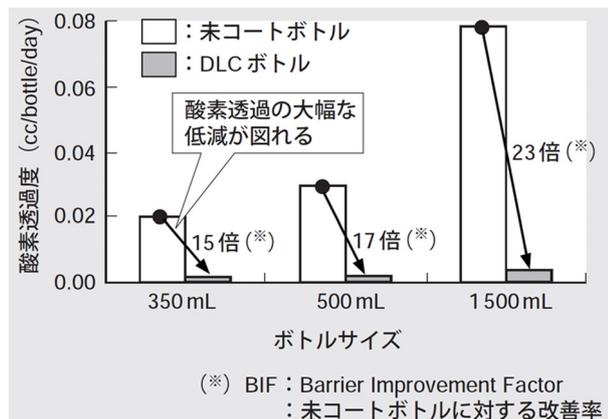


図9 DLC 加工ペットボトルの酸素バリア性能

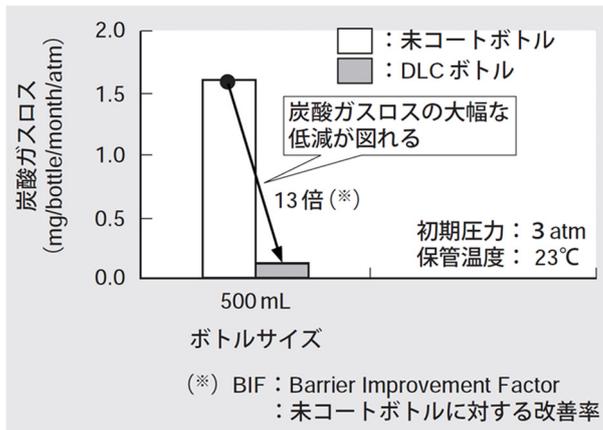


図 10 DLC 加工ペットボトルの炭酸ガスバリア性能

5. まとめ

ペットボトルは、今日では国内飲料市場の容器のおおよそ 65%を占めるに至り、今後も飲料容器の中心となることは明確である。一方、リユースできるガラスびんや、完全リサイクルできる缶と比較して、ペットボトルは環境負荷が高い上に、お客様である飲料メーカーにとっては必ずしも低コストではないため、より少ない原料で成形する薄肉ボトルのニーズが高くなる。しかしながら、薄肉ボトルへの飲料充填は課題が多く、飲料充填前のペットボトルの無菌化技術や、生産ラインでの精度の高い搬送技術、飲料の品質を長期に渡り保つためのペットボトルのガスバリア加工技術等が必要となる。したがって、今回紹介した3つの技術は飲料市場を支えるために不可欠と言える。三菱重工食品包装機械(株)は、今後もお客様の要求に応えながら、日々技術の進歩に努め、高いレベルでの食の安全を確保しながら、飲料のローコストプロデュースに貢献していく。

参考文献

- (1) コスト低減に貢献する三菱の無菌充填システム, 三菱重工技報 Vol.46 No.3 (2009) p.52~53
- (2) 上田敦士ほか, ペットボトル用高速・高バリア DLC コーティング装置, 三菱重工技報 Vol.42 No.1 (2005-1) p.42~43
- (3) 飲料充填システムの生産性を高めるスクリーレス給びん機構の開発, 三菱重工技報 Vol.48 No.1 (2011) p.77~78